葉菜類蔬菜園

氮肥力診斷推薦施肥技術

*************** ◎農試所農化組　王鐘和　林毓雯　丘麗蓉

一、前　　言

肥料的過度使用所造成的負面影響，長久以來一直倍受關注，相關調查資料亦顯示本省農友栽培蔬菜作物常有施肥量過多之情形，造成肥料利用率降低，對環境也有不良的影響。尤其是葉菜類蔬菜，因為生育期甚短，一年之中栽培的期作數可達6~11期作之多，過量施肥形成負面的影響更大。由於有多量的有機肥料和化學肥料施用在這些蔬菜田，因此在所有耕作系統中以密集耕作的蔬菜田受鹽分累積和硝酸根污染地下水可能形成之危害最高(圖一)。

為改善此種情形，藉土壤診斷以調節施肥乃益加必要。土壤速測是土壤肥力的快速診斷方法，係利用化學分析方法測定土壤樣品的若干物理化學性質與有效養分含量，可掌握每作蔬菜種植前土壤中殘餘之營養要素量，加上該作期間內土壤可能礦化供應之養分量，作為調節該作施肥量之依據，甚為重要。臺灣地區以往已完成應用土壤速測進行水稻、玉米、甘蔗、花生、大豆等作物之磷、鉀需肥診斷試驗，推薦合理的磷鉀肥施用量，因此土壤診斷目前最缺者乃土壤有效態氮供應能力之測定，係因土壤有機質礦化有關因素複雜，氮素礦化量之較難預估。過去土壤氮素測定困難之另一原因亦與試驗者常企求有效態氮測值與作物氮需量之相關有關。因為作物對氮素之效應所牽涉的問題更多，亦就使土壤氮之測定更難實用。

二、土壤氮肥力診斷方法之研究

土壤有效態氮素礦化量之預測研究者甚多，概言之，有各種模擬法和礦化潛能的測定法。後者較適宜於土壤中短期間礦化量之預測。但礦化潛能的測定常需孵育土壤數週，勞力及時間均不經濟。已有若干學者嘗

圖一、葉菜類蔬菜生育期短，同一塊田一年之中耕作次數多，施肥不當易使養分累積，對蔬菜生長及土壤環境有負面影響

作者：王副研究員鐘和
聯絡電話：04-23302301轉421

試以各種較節省時間之化學方法來估測土壤中有效態氮的供應量。

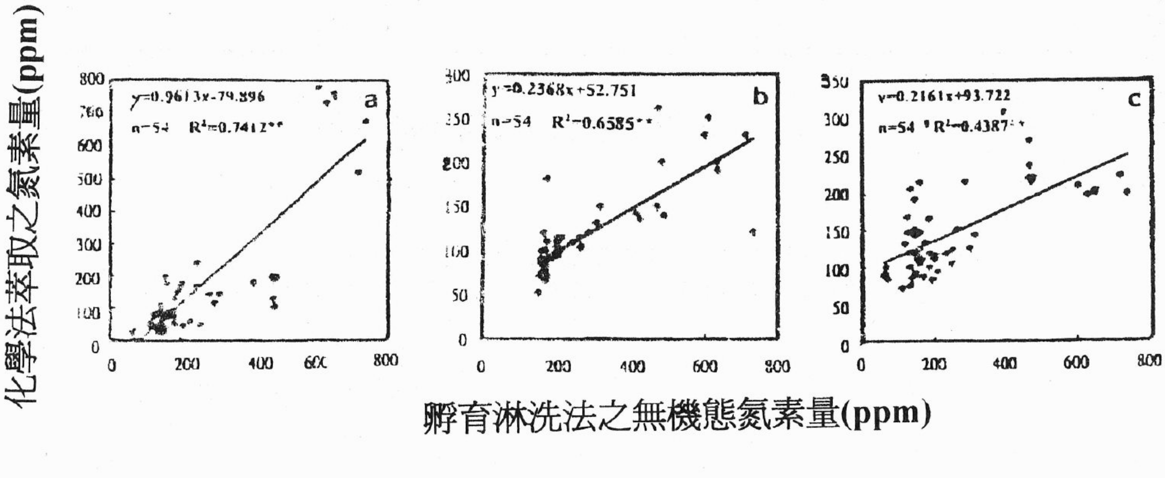
㈠孵育淋洗法(incubation leaching method)

將定量土壤樣品於某一溫度及水分下，孵育一定期間，測定其礦化氮量。依據前人研究結果顯示，較長孵育期間累積之礦化氮量與較長生育期作物如玉米、高粱之生長及氮素吸收有良好相關；反之，較短孵育期間累積之礦化氮素量則與短生育期之作物如蔬菜作物有良好相關。

㈡化學萃取法(chemical extraction method)

以不同濃度之強酸或鹽類、鹼或熱水萃取全部或部份土壤無機態氮及有機氮，作為估測作物較易吸收之土壤有效態氮含量，前人研究中曾提及有較佳相關的方法有：(1)10%氯化鉀溶液萃取法(10% KCl extraction method)。(2)熱水萃取法(hot-water extraction method)(Feng et al.1994)。(3)熱2M氯化鉀溶液萃取法(hot 2M KCl extraction method)(Gianello and Bremner 1986)。(4)磷酸鹽硼酸鹽緩衝液萃取法(phosphate borate buffer extraction method)。

農試所近年來進行診斷土壤中有效態氮含量之技術研究，該項研究除了於實驗室內探討不同分析法氮素量之相關外，更採取23處蔬菜園之土壤，於溫室內種植葉菜類蔬菜，來驗證化學萃取法測定土壤之有效態氮素量與蔬菜產量之相關性，並進一步在雲林及彰化地區進行田間驗證工作。研究結果顯示以10%氯化鉀溶液萃取法、熱2M氯化鉀溶液萃取法及熱水萃取法等三個方法所得之氮素量與孵育法(30℃，14天)累積之氮素量均有極顯著之正相關(圖二)。採自不同地區之蔬菜園土壤進行盆栽試驗種植空心菜、白

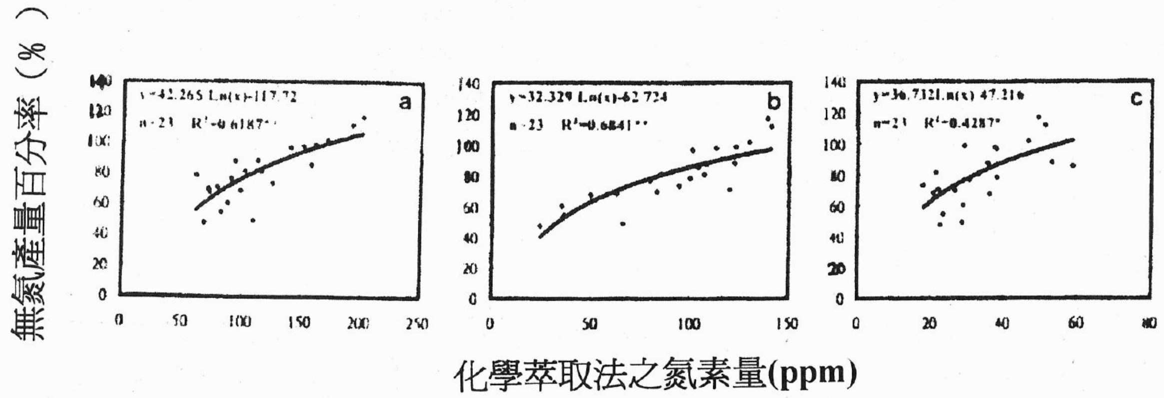


圖二、化學法萃取之氮素量與以30°C孵育14天之無機態氮素量之相關
a. 熱2M氯化鉀溶液萃取法；b. 10%氯化鉀溶液萃取法；c. 熱水萃取法

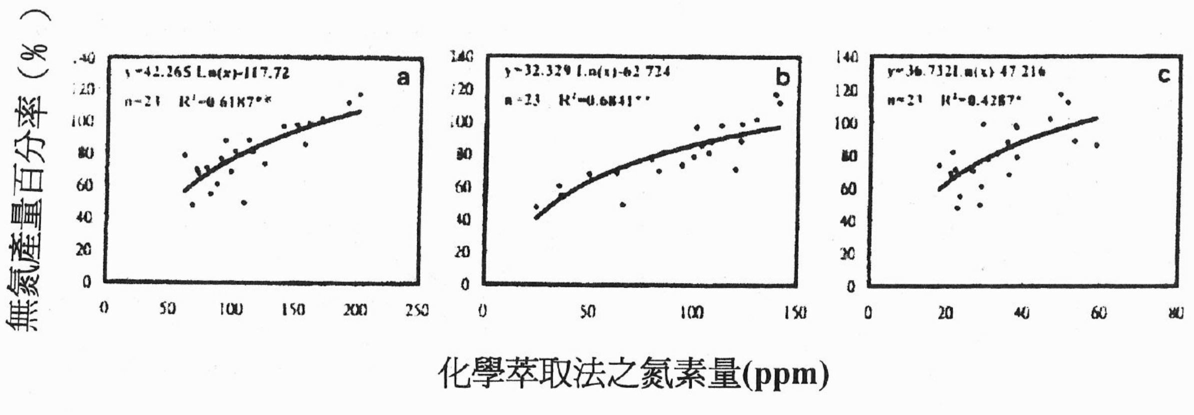
菜、茼苣及菠菜等之無氮處理產量百分率(無氮處理蔬菜產量÷施氮處理中最高之產量×100)與10% 氯化鉀溶液萃取法、熱2M氯化鉀溶液萃取法及熱水萃取法所得之氮素量均有顯著正相關。三種萃取法之土壤有效態氮素含量分別達100ppm、150ppm及20ppm時無氮產量百分率已達100%，以白菜為例如圖三。在永靖地區入滲速率低、鹽分易累積之蔬菜園設置田間試區，結果也顯示無氮區22作蔬菜之產量百分率與化學萃取法所得氮素量顯著相關(圖四)。

三、葉菜類蔬菜園氮肥力現場診斷推薦氮肥用量

化學萃取法雖較孵育淋洗法大幅節省診斷所需的時間，但是仍需經過土壤採樣、風乾處理及化驗分析步驟，無法做現場診斷、立即推薦氮肥施用量的工作。為滿足葉菜類蔬菜栽培高複作指數(即一年之中耕作之作數)，兩作蔬菜空檔時間甚短之需要。本所進一步之研究成果顯示採取葉菜類蔬菜園表層土壤(0-15公分）加入純水直接以電導度計測定電導度值(EC值，土壤與水之比例為1比5)，其測值與土壤中之硝酸態氮含量呈極

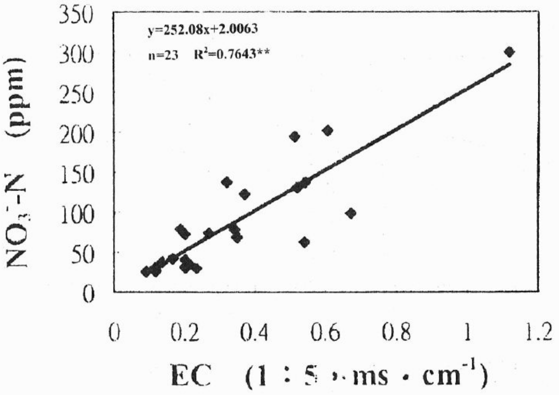


圖三、化學萃取法所得之氮素量與白菜無氮產量百分率之相關(1998)
a. 熱2M氯化鉀溶液萃取法；b. 10%氯化鉀溶液萃取法；c. 熱水萃取法

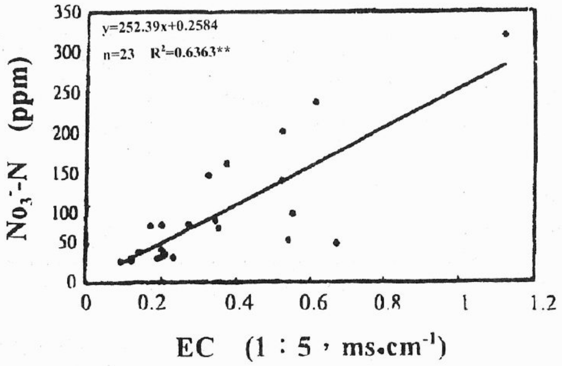


圖四、化學萃取法所得之氮素量與無氮產量百分率之相關(1998-1999)
a. 熱2M氯化鉀溶液萃取法；b. 10%氯化鉀溶液萃取法；c. 熱水萃取法

顯著之正相關。經過盆栽試驗及田間試區之驗證，結果均相同(圖五及圖六)，故此法可有效應用於葉菜蔬菜園現場土壤氮肥力診斷以推薦氮肥施用量；依本方法在塑膠布溫室設施內(因無雨水淋洗且蒸散量大，易形成鹽分累積)或排水較差容易鹽分累積之葉菜類蔬菜園土壤，測定之EC值大於0.4 ms/cm(此時土壤中之硝酸態氮含量大於100ppm)時不必施用氮肥，EC值界於0.4至0.3 ms/cm時較農政單位編印之作物施肥手冊中氮肥推薦施用量減施3/4量，EC值界於0.3至0.2 ms/cm較氮肥推薦施用量減施1/2量，EC值界於0.2至0.1 ms/cm較氮肥推薦施用量減施1/4量，EC值小於0.1 ms/cm則依氮肥推薦用量施用(表一)。惟土壤中氮素動態受土壤有機質及水分含量影響，當土壤之有機質含量較低或排水良好，入滲速率高時，氮素易流失，此時依氮肥力診斷推薦減施之氮肥量要減少。應用此土壤氮肥力立即診斷推薦氮肥施用技術，將可節省肥料施用，提昇利用效率，增加農民收益，對生態環境之維護亦有助益。



圖五、盆栽試驗土壤EC值及硝酸態氮含量之相關



圖六、土壤EC值與硝酸態氮含量之相關(永靖1998-1999)

表一、依據葉菜類蔬菜園表土(0-15公分)電導度測值推薦氮肥用量對照表

電導度值 EC(1:5)[x] (ms/cm)	硝酸態氮含量 NO_3^-－N (ppm)	氮肥減施率[z] (%) A	B[y]
＞0.4	＞100	100	75
0.4～0.3	100～75	75	50
0.3～0.2	75～50	50	25
0.2～0.1	50～25	25	0
＜0.1	＜25	0	0

x：電導度值係以土壤與水之比例為1：5之樣本測定。
y：如為新墾之葉菜蔬菜園其土壤有機質含量低於3.0%者或土壤入滲速率較快之蔬菜園，氮肥減施之量需減少。
z：係指較作物施肥手冊中氮肥推薦用量之減施比率。

四、結 語

生產高品質農產品是農業經營者追求的目標，要想達到此目標，完善的養分管理是必要的手段，應用土壤診斷推薦肥料施用量是達到此目標之不二法門，尤其設施栽培容易造成養分累積，此項工作愈加重要。三種化學萃取法中以10% KCl溶液萃取法較為便利快速，且與葉菜無氮產量百分率有極顯著相關，且同法萃取液中之硝酸態氮含量與EC值也有極顯著之正相關，故電導度值可作為快速診斷葉菜類蔬菜園單一作葉菜生育期間土壤有效態氮供應量之指標，提供為調整氮肥用量之依據。